

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 22 OCT 2003	
WIPO	PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 47 262.9 ✓

**Anmeldetag:** 10. Oktober 2002 ✓

**Anmelder/Inhaber:** Behr GmbH & Co,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Verdampfungstemperaturregelung  
bei einer Klimaanlage

**IPC:** B 60 H, F 24 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Brosig

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

5

---

BEHR GmbH & Co.  
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

10

### **Verfahren zur Verdampfungstemperaturregelung bei einer Klimaanlage**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verdampfungstemperaturregelung bei einer Klimaanlage, insbesondere einer Fahrzeug-Klimaanlage.

15

Ein Verfahren zur Regelung der Verdampfertemperatur bei einer Fahrzeug-Klimaanlage ist beispielsweise aus der DE 199 20 093 C1 bekannt. Die Verdampfertemperatur soll dabei zur Vermeidung eines unnötigen Energieverbrauchs auf einen Temperaturwert eingestellt werden, der sowohl Komfort- als Sicherheitsaspekten Rechnung trägt. Hierbei wird sowohl die Luftfeuchte als auch die erforderliche Kühlleistung berücksichtigt.

20

25

Eine weitere, außentaupunktabhängige Verdampfertemperatursteuerung für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage ist beispielsweise aus der DE 197 28 578 C2 bekannt. Hierbei ist die Verdampfertemperatur von der Differenz zwischen Lufttemperatur und Taupunkttemperatur abhängig.

30

Die genannten Verfahren haben jedoch den Nachteil, dass kein Kältespeicher vorgesehen ist und somit die jeweilige Klimaanlage bei Fahrzeugstillstand und damit Stillstand des Kompressors der Klimaanlage nicht nutzbar ist.

Eine Fahrzeug-Klimaanlage mit einem Kältespeicher ist beispielsweise aus der DE 101 56 944 A1 bekannt. Hierbei weist ein Kältemittelverdampfer, bei-

spielsweise Flachrohrverdampfer, eine Anzahl mit einem Kältespeichermedium gefüllter Speicher auf. Als Kältespeichermedium sind Decanol und Tetradecan genannt. Das Kältespeichermedium wird beim Betrieb des Verdampfers auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes des Kältespeichermediums abgekühlt. Auf diese Weise ist ein Latentspeicher gegeben, welcher bei zeitweisem Stillstand des Fahrzeuges sowie des Kältekreislaufes eine vorübergehende Aufrechterhaltung der Kühlung ermöglicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren anzugeben, mit welchem eine Klimaanlage, insbesondere Fahrzeug-Klimaanlage, mit einem Latentkältespeicher besonders wirtschaftlich betrieben werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1. Hierbei ist bei einer einen Latentkältespeicher aufweisenden Klimaanlage die Möglichkeit der Verdampfungstemperaturregelung vorgesehen. Die Verdampfungstemperatur des Kältemittels der Klimaanlage wird dabei bedarfsabhängig variiert zwischen einer Minimaltemperatur und einer unterhalb einer Phasenübergangstemperatur des Latentmediums liegenden Maximaltemperatur. Die Minimaltemperatur ist dabei vorzugsweise derart gewählt, dass eine Vereisung des Verdampfers ausgeschlossen ist. Der Schmelzpunkt des im Latentkältespeicher enthaltenen Latentmediums liegt vorzugsweise etwas über 0 °C. Besonders geeignet als Latentmedium sind Decanol (Schmelzpunkt 7°C) und Tetradecan (Schmelzpunkt 6°C) sowie Stoffgemische, die mindestens einen dieser Stoffe enthalten. Die Maximaltemperatur des Verdampfers ist vorzugsweise auf eine Temperatur geringfügig unter dem Schmelzpunkt des Latentmediums eingestellt. Die Verdampfungstemperatur liegt somit stets in einem Bereich, in welchem sowohl die volle Nutzbarkeit des Latentmediums gewährleistet ist, als auch eine Verdampfervereisung vermieden wird.

Das Verfahren eignet sich insbesondere für Klimaanlagen in Fahrzeugen, die über den sogenannten Idle-Stop-Betriebsmodus verfügen. Hierbei wird

der Fahrzeugmotor bei kurzzeitigem Fahrzeugstillstand, zum Beispiel beim Halten an einer Ampel, automatisch ausgeschaltet. Damit wird auch der Kompressor der Klimaanlage außer Betrieb gesetzt. Der Schmelzpunkt des Latentmediums sollte einerseits hoch genug sein, um in einem möglichst weiten Bereich den Verdampfer mit einer auch als ETC (Evaporator Temperatur Control) bezeichneten Verdampfertemperaturregelung betreiben zu können. Andererseits sollte der Schmelzpunkt des Latentmediums niedrig genug sein, um beim Stillstand des Kältekreislaufs zeitlich begrenzt noch eine ausreichende Kühlwirkung zu ermöglichen. Diesen konkurrierenden Bedingungen tragen die genannten Kältespeichermedien Decanol und Tetradecan in besonders hohem Maße Rechnung.

Der Vorteil der Erfindung liegt insbesondere darin, dass durch den Betrieb eines Verdampfers einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage mit geregelter, durch den Schmelzpunkt eines Latentmediums nach oben begrenzter Verdampfungstemperatur sowohl ein besonders wirtschaftlicher Betrieb der Klimaanlage als auch eine vorübergehende Aufrechterhaltung des Kühlbetriebs bei stillstehendem Kältekreislauf ermöglicht ist.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

Figur 1a und 1b                    einen Verdampfer einer zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Fahrzeug-Klimaanlage,

Figur 2a und 2b                    in schematischer Querschnittsdarstellung jeweils eine Einrichtung zum Abkühlen und Wiederaufheizen von Luft in einer Fahrzeug-Klimaanlage, und

Figur 3 in einem Diagramm verschiedene Verfahren zur Verdampfertemperaturregelung bei einer Fahrzeug-Klimaanlage

5

Einander entsprechende Teile beziehungsweise Parameter sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

10

15

20

25

30

Die Figuren 1a und 1b zeigen in perspektivischer Darstellung beziehungsweise ausschnittsweise in einer Explosionsdarstellung einen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten, als Speicherverdampfer ausgebildeten Verdampfer 1. Der grundsätzliche Aufbau eines solchen Speicherverdampfers ist beispielsweise aus der DE 101 56 944 A 1 bekannt. Der Verdampfer 1 beinhaltet als Teil einer nicht weiter dargestellten Fahrzeug-Klimaanlage eine Anzahl Flachrohre 2, als Kältespeicher 3 und Wellrippen 4, welche in der genannten Reihenfolge derart aneinander liegen, dass zu kühlende Luft durch die Wellrippen 4 hindurch den Verdampfer 1 durchströmen kann. Die Flachrohre 2 sind dabei von verdampfendem Kältemittel, beispielsweise R 134a durchströmt. Die jeweils an ein Flachrohr 2 angekoppelten Kältespeicher 3 sind als Latentkältespeicher ausgebildet und mit einem Latentmedium, beispielsweise Decanol oder Tetradecan, als Wärmespeichermedium befüllt. Die genannten Latentmedien haben den Vorteil, dass beim Einfrieren keine Volumenvergrößerung erfolgt. Anstelle der im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1a, 1b vorgesehenen flachen Latentkältespeicher 3 können auch beliebige andere, mit einem Latentmedium gefüllte Kältespeicher, beispielsweise in Form von zwischen den Rohren 2 des Verdampfers 1 angeordneten, insbesondere eingeklemmten Kapseln, vorgesehen sein.

Die Verdampfungstemperatur im Speicherverdampfer 1 wird derart geregelt, dass das Latentmedium stets gefroren bleibt und somit dessen Schmelzen-

thalpie bei vorübergehendem Stillstand des Kältekreislaufes, insbesondere im Idle-Stop-Betrieb, nutzbar ist. Gleichzeitig ist die Verdampfungstemperatur nach unten auf einen Wert knapp über 0°C begrenzt, um eine Verdampfervereisung zu verhindern. Zur Verdampfungstemperaturregelung und Leistungsanpassung der Klimaanlage wird in an sich bekannter Weise, wie beispielsweise in der DE 199 20 093 C1 vorgeschlagen, ein Kompressor eingesetzt, dessen Hubvolumen variiert werden kann.

Die Figuren 2a und 2b veranschaulichen verschiedene Verfahren zur Abkühlung und zumindest teilweisen Wiederaufheizung der den Verdampfer 1 durchströmenden Luft. Die Luft, welche den Verdampfer in mit Pfeilen gekennzeichnete Strömungsrichtung 5 durchströmt, ist dabei zur Temperierung dreier Belüftungsräume R1, R2, R3 im Fahrzeuginnenraum vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 2a wird die gesamte den Verdampfer 1 durchströmende Luft einem Heizkörper 6a zugeleitet, dessen Heizleistung mittels eines Ventils 7 einstellbar ist. Das Ventil 7 regelt den Flüssigkeitsstrom, insbesondere Wasserstrom, durch den Heizkörper 6a. Durch diese flüssigkeits- oder wasserseitige Regelung wird die Temperatur der in den Fahrzeuginnenraum einströmenden Luft auf einen zur Fahrzeugklimatisierung geeigneten Sollwert eingestellt.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 2b ist dem Verdampfer 1 ein Heizkörper 6b nachgeschaltet, dessen Heizleistung nicht regelbar ist. Die Regelung der Luftaustrittstemperatur erfolgt in diesem Fall mittels einer Mischklappe 8, welche zwischen dem Verdampfer 1 und dem Heizkörper 6b angeordnet ist und eine Aufheizung eines beliebigen Teilstroms der den Verdampfer 1 durchströmenden Luft ermöglicht. Die Klimaanlage ist in diesem Fall luftseitig geregelt.

Die Figur 3 zeigt in einem Diagramm verschiedene Verfahren zur Temperatursteuerung in einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage. Des Weiteren ist symboli-

siert die Silhouette eines Fahrzeugs dargestellt. Unterhalb dieser Silhouette ist das Temperaturprofil der in das Fahrzeug einströmenden Luft dargestellt. Die Lufttemperatur  $T$  ist dabei in Abhängigkeit von einer Strömungsstrecke  $s$  für ein erstes herkömmliches Betriebsverfahren V1, ein zweites herkömmliches Betriebsverfahren V2 sowie das erfindungsgemäße Betriebsverfahren V3 aufgezeichnet. Bei allen Verfahren V1, V2, V3 beträgt beispielsweise die Umgebungstemperatur  $24^{\circ}\text{C}$ , die Innenraumtemperatur im Fahrzeug  $20^{\circ}\text{C}$  und die Luftaustrittstemperatur aus der Klimaanlage  $12^{\circ}\text{C}$ . Die vom Außenraum in den Innenraum des Fahrzeuges geleitete Luft durchströmt, wie schematisch in Figuren 2a und b dargestellt, zunächst den Verdampfer 1 und anschließend einen Heizkörper 6.

Nach dem ersten herkömmlichen Verfahren V1 ist die Verdampfungstemperatur nicht regelbar. Der Verdampfer 1 wird stets mit maximaler Leistung betrieben. Die den Verdampfer 1 durchströmende Luft wird dabei auf ca.  $0^{\circ}\text{C}$  abgekühlt. Anschließend wird die Luft im Heizkörper 6 wieder auf  $12^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Dieses erste Verfahren V1 bedingt einen unnötigen hohen Energieverbrauch.

Nach dem zweiten herkömmlichen Verfahren V2, dem sogenannten ETC Verfahren ist die Verdampfungstemperatur zwischen ca.  $0^{\circ}\text{C}$  und ca.  $12^{\circ}\text{C}$  regelbar. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Luft im Verdampfer 1 lediglich auf  $12^{\circ}\text{C}$  abgekühlt. Der dem Verdampfer 1 nachgeschaltete Heizkörper 6 tritt in diesem Fall nicht in Funktion. Dieses zweite Verfahren V2 zeichnet sich durch einen relativ geringen Energieverbrauch aus. Mit Hilfe des zweiten Verfahrens V2 ist es jedoch nicht möglich, unter allen Betriebsbedingungen ein Latentmedium, beispielsweise Decanol oder Tetradecan, zu gefrieren. Das zweite Verfahren V2 ist daher für ein Fahrzeug mit Idle-Stop-Betriebsmodus nicht geeignet.

Nach dem dritten, erfindungsgemäßen Verfahren V3 ist der Temperaturbereich, in welchem die Verdampfungstemperatur regelbar ist, auf das Intervall

zwischen der auf ca. 0°C festgesetzten Minimaltemperatur  $T_{\min}$  und der auf 6°C eingestellten Maximaltemperatur  $T_{\max}$  begrenzt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel kühlt der Verdampfer 1 die diesen durchströmende Luft auf 6°C ab, so dass das Latentmedium im Latentkältespeicher 3 gerade noch gefroren wird. Anstelle eines in den Verdampfer 1 integrierten Latentkältespeichers 3 ist auch ein Kältespeicher nutzbar, welcher zwischen dem Verdampfer 1 und dem Heizkörper 6 angeordnet ist und durch den im Verdampfer 1 gekühlten Luftstrom „aufgeladen“, das heißt gekühlt wird. Die auf 6°C abgekühlte Luft wird anschließend im Heizkörper 6 auf 12°C wieder erwärmt. Auf diese Weise ist ein ökonomischer Betrieb der Klimaanlage gegeben, wobei bei laufendem Kältekompressor der Latentkältespeichers 3 permanent aufgeladen bleibt.

5

10

15



## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Verdampfungstemperaturregelung bei einer Klimaanlage, insbesondere einer Fahrzeug-Klimaanlage, mit einem von einem Verdampfer (1) kühlbaren Latentkältespeicher (3), wobei die Verdampfungstemperatur eines Kältemittels im Verdampfer (1) bedarfsabhängig eingestellt wird auf einen Wert zwischen einer Minimaltemperatur ( $T_{\min}$ ) und einer unterhalb einer Phasenübergangstemperatur des Latentmediums liegenden Maximaltemperatur ( $T_{\max}$ ).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentkältespeicher (3) Decanol als Latentmedium enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentkältespeicher (3) Tetradecan als Latentmedium enthält.
4. Fahrzeug-Klimaanlage zum Betrieb mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

10

15

20

25

## Zusammenfassung

5

Bei einem Verfahren zur Verdampfungstemperaturregelung bei einer Klimaanlage, insbesondere einer Fahrzeug-Klimaanlage, mit einem von einem Verdampfer (1) kühlbaren Latentkältespeicher (3), wird die Verdampfungstemperatur eines Kältemittels im Verdampfer (1) bedarfsabhängig eingestellt auf einen Wert zwischen einer Minimaltemperatur ( $T_{\min}$ ) und einer unterhalb einer Phasenübergangstemperatur des Latentmediums liegenden Maximaltemperatur ( $T_{\max}$ ).

10

15 Fig. 3

### Bezugszeichenliste

5	1	Verdampfer
	2	Flachrohr
	3	Latentkältespeicher
	4	Wellrippen
	5	Strömungsrichtung
10	6, 6a, 6b	Heizkörper
	7	Ventil
	8	Mischklappe
	R1 bis R3	Belüftungsraum
15	s	Strömungsstrecke
	T	Temperatur
	$T_{\min}$	Minimaltemperatur
	$T_{\max}$	Maximaltemperatur
	V1 bis 3	Verfahren

20

1/4

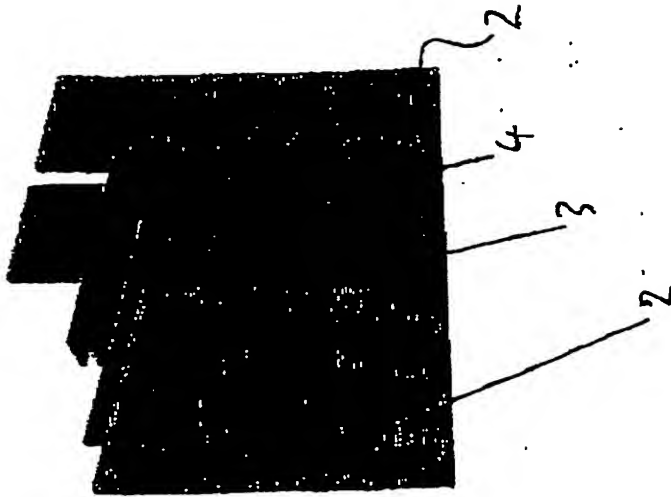


Fig. 1b

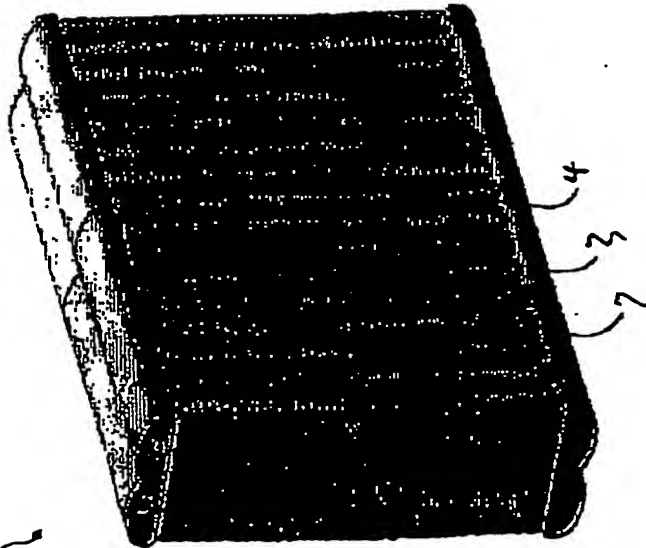


Fig. 1a

2/4

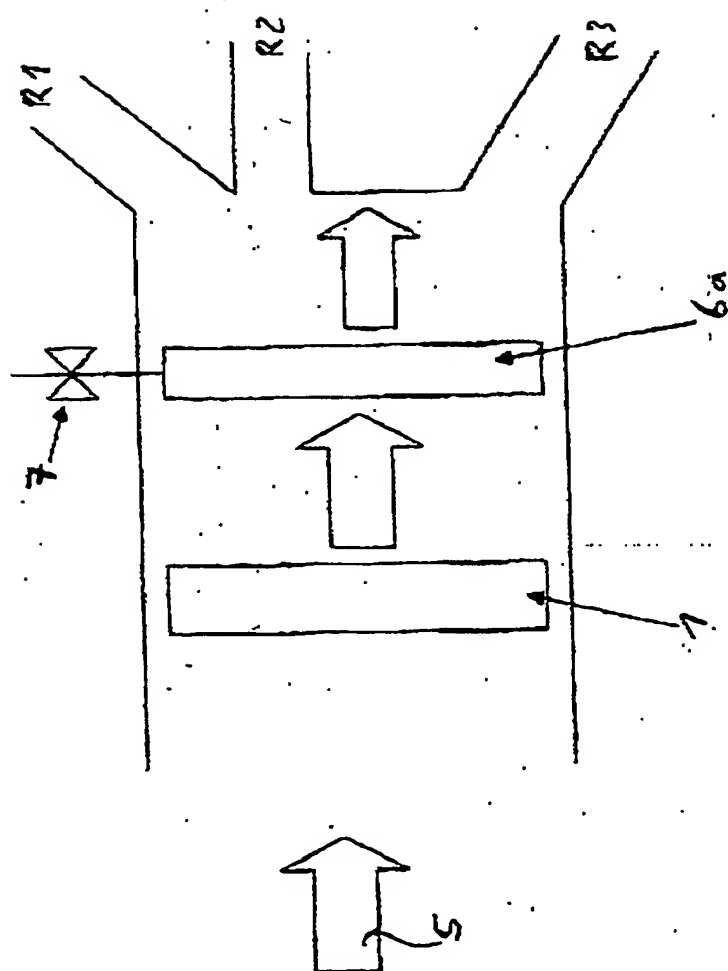


Fig. 2a

3/4

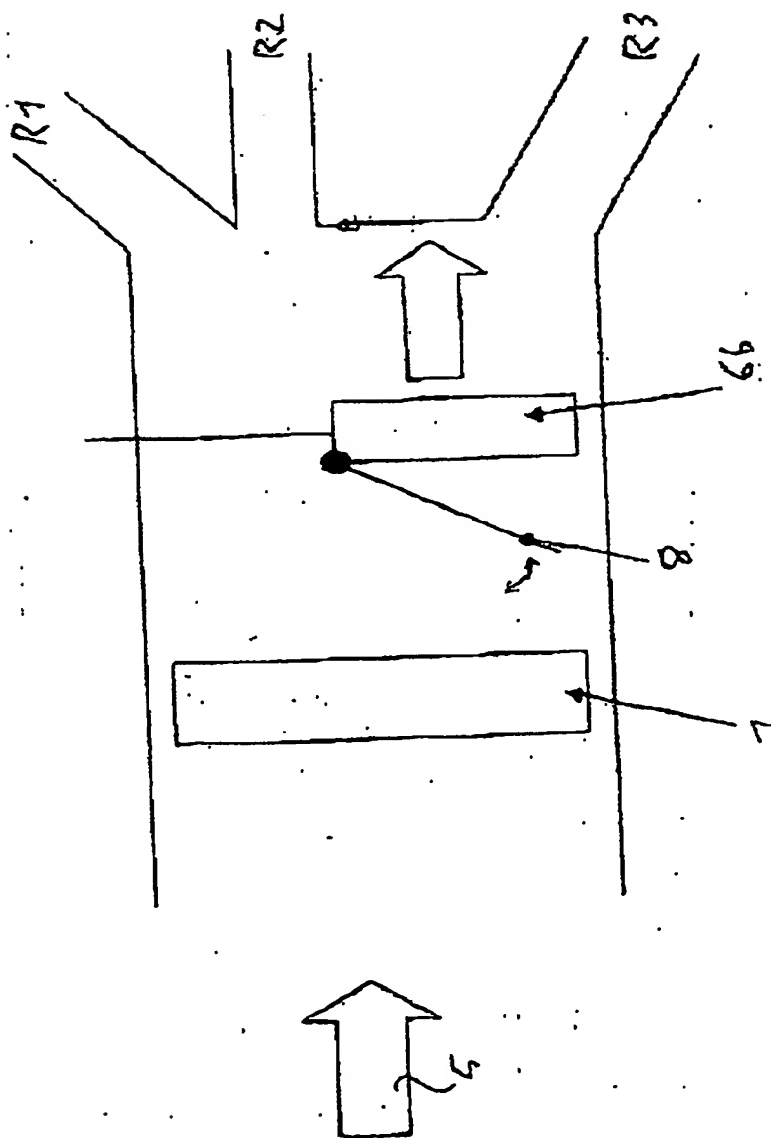


Fig. 26

4/4

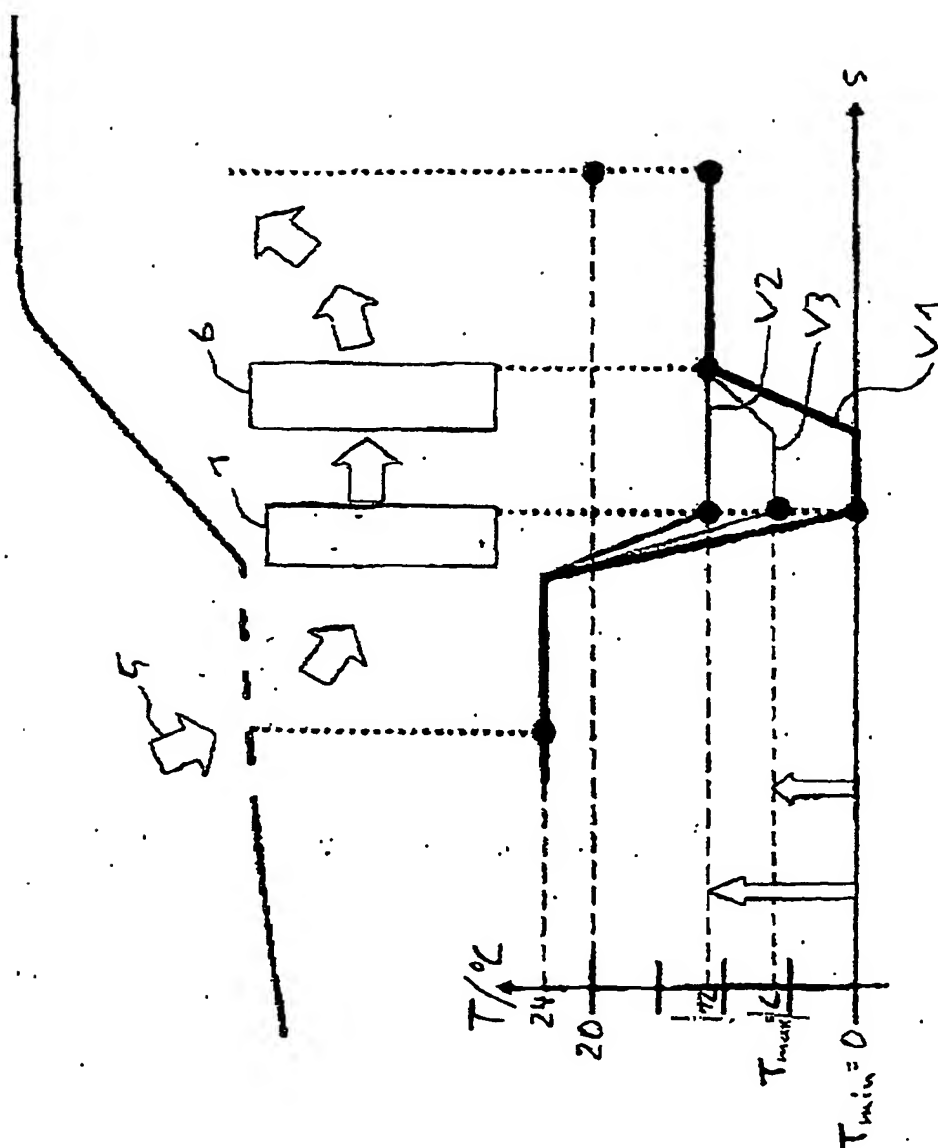


Fig. 3